Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik zu Frankfurt a. M.
(Direktor: Professor Dr. M. Gänsslen)

Der Einfluß verschiedener Backmethoden auf die Ausnutzung des Brotes

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt a. M.

Vorgelegt von

Karl Stenger

aus Bingen a. Rh.

Im November 1939

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt a. M.

Referent: Prof. Dr. W. Heupke

Dekan: Prof. Dr. V. Schmieden

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

HAUSERPRESSE · HANS SCHAEFER · FRANKFURT A. M.

Im Zusammenhang zwischen Brotfrage und Cariesproblem ist schon wiederholt auf die Bedeutung des Brotes in bezug auf den Zustand der Zähne und die Funktion des Kauapparates hingewiesen worden. Eine harte knusprige Kruste bildet nicht nur eine wichtige kaumechanische Reinigung, sondern auch die dadurch erforderliche Kaugymnastik der Zähne und die verstärkte Arbeit der Kaumuskulatur ist wesentlich für die Ausbildung des Kauapparates. Hohe Elastizität der Krume und geringe Klebfähigkeit vermag die Bildung von Brotbreinestern und sogenannten Milchsäurefabriken zu verhindern. Die physikalische Beschaffenheit der Nahrung ist folglich für die Erhaltung der Zähne fast noch wichtiger als ihre chemische Zusammensetzung. Gründliches Kauen ist nicht nur für die Entwicklung und Gesundheit des Gebisses außerordentlich wichtig, sondern auch für den Bau des ganzen Schädels. Anhand von Tierversuchen ist bewiesen worden, daß von den Zähnen ein trophischer Reiz ausgeht, der für das Wachstum des Schädels von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Ein seit ungefähr zweihundert Jahren zu beobachtender Gebißverfall ist heute soweit vorgeschritten, daß 95—98% unserer Bevölkerung an Zahnfäule erkrankt ist. Von unseren Schulkindern im Alter von 6—14 Jahren leidet die Hälfte unter einer durch Kieferverkrümmung hervorgerufenen unglücklichen Zahnstellung, so daß die Kautätigkeit nur mangelhaft ausgeübt werden kann. Die Funktion des Organs aber ist ausschlaggebend für seine Größe und Tüchtigkeit. Durch das Kochen der Nahrung, durch das mechanische Zerkleinern der Speisen mit Messern und Gabeln fällt die wichtigste Betätigung, das Zerkauen und Zermahlen des Bissens für die Kauorgane weg. Mit dieser Funktionsminderung wird dann allmählich die Funktionstüchtigkeit des Kauapparates herabgesetzt. Das Organ verkümmert langsam und kann zum Schaden des Gesamtorganismus seine Tätigkeit nicht genügend ausüben. Röse hat vor vielen Jahren festgestellt, daß sich gute und kräftige Gebiße überall da finden, wo hartes und trockenes Brot gegessen wird. Also muß die physikalisch-mechanische Beschaffenheit des Brotes doch eine wesentliche Rolle spielen.

Durch Gräberfunde, durch Ausgrabungen und durch wissenschaftliche Untersuchung sind wir heute in der Lage, uns ein Bild von den Lebensgewohnheiten unserer Vorfahren und der Art ihrer Lebensweise zu machen. Jede Familie buk ihr Brot selbst. Auf heißen Steinen wurden aus ganz ausgemahlenem Korn runde flache Fladen gebacken, die

alle Nährstoffe enthielten und durch ihre knusprige Härte die volle Funktionstüchtigkeit des Kauorgans beanspruchte. Zum Vergleich diene uns eine Statistik Eulers, der die Cariesfrequenz am Ende der Steinzeit mit 1,76% angibt. Die Schädelfunde aus der Steinzeit lassen wertvolle Hinweise auf die Kautätigkeit unserer Vorfahren zu. Die Gebisse zeigen alle eine starke Abrasio, die wohl in der Hauptsache auf das ausgiebige Kauen des harten Brotes zurückzuführen ist. Gleichzeitig damit schleifte sich das Gebiß ein und erhielt eine gute Zahnstellung. Mit der Abradierung der Höcker entfielen aber auch die natürlichen Retentionsstellen für Speisereste und somit war die Möglichkeit einer Cariesbildung außerordentlich herabgesetzt.

Durch großzügig angelegte Brotspeisungsversuche an Kindern ist in letzter Zeit der bedeutende Einfluß, den das Brot auf die Gebißentwicklung und den Zustand der Zähne nimmt, immer klarer geworden. Zu diesen Forschungen traten die Ergebnisse zahlreicher ausländischer Forscher, die in einer Richtung zusammenliefen und die Wirz im Gegensatz zur Ernährungsphysiologie als Ernährungsklinik bezeichnet. Vergleichende Untersuchungen an freilebenden und domestizierten Tieren, erfolgreiche geschichtliche und vorgeschichtliche Erhebungen förderten wichtige Ergebnisse zutage. Die neuesten Befunde seien hier kurz angeführt.

Den Forschungen des Schweizer Arztes und Zahnarztes Roos verdanken wir den Einblick in ein Ernährungsexperiment an etwa 4000 Menschen im Valliser Hochtal Goms, dessen erste Auswirkungen an der zunehmenden Zahn-Caries erkannt wurde. Das Tal liegt vollkommen abgeschlossen inmitten hoher Gebirgsmassive und ist nur durch 5 Pässe über 2000 m begangbar gewesen. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts behielt diese Wirtschafts- und Ernährungsinsel ihre einfache und uralte Ernährungsform bei. Die Grundlage der Nahrung bildeten die Produkte der Alp- und Feldwirtschaft, also Brot und Milchprodukte. Ungekochte Speisen überwogen bei den drei täglichen Mahlzeiten. Morgens gab es Milch und Käsebrot, mittags Reis mit fetter Käsmilch und abends Suppe mit Kartoffeln. Zweimal in der Woche gab es sogenanntes Trockenfleisch. Die zur Ergänzung der Nahrung notwendigen Lebensmittel, wie Reis, Zucker und Kaffee mußten mühsam auf vereisten Saumpfaden aus dem Tal gebracht werden. Über irgendeine Gemüsebeilage hat Roos in seinem Bericht nichts erwähnt. Mit dem Bau der Furkastraße änderte sich mit einem Schlag die Lebens- und Ernährungsbedingungen des Hochtals. Das Brotbacken in den Dorfbacköfen, in denen alle 7—8 Wochen die flachen, runden Brote gebacken wurde, ward mit dem Niederlassen des ersten Bäckers vernachlässigt und bald ganz aufgegeben. In den Dörfern, in denen noch die alten Stockmühlen bzw. die Dorfbacköfen benutzt wurden, fand Roos die wenigsten Cariesfälle und wo die

Siebtrommeln in Gebrauch waren, trat die Caries gehäuft auf. Die größte Carieszahl hatte die Gemeinde, in der sich zuerst ein Bäcker niedergelassen hatte. Die Ausbreitung der Zahnfäule hing also wesentlich vom Brot ab, und zwar nicht nur von Form und Inhalt, sondern auch von der Konsistenz. Eine sehr beachtenswerte Sitte sei hier noch erwähnt, nämlich die, daß man den Kindern auf ihrem weiten Weg in die Schule getrocknete Erbsen, rohe oder geröstete Weizen- oder Gerstenkörner mitgab. Diese Gewohnheit stammt noch aus einer Zeit, in der man die Brotbereitung noch nicht kannte, die uns das eine zumindest zeigt, daß die physikalisch-mechanische Beschaffenheit der Nahrung sich stark geändert hat. Die Ergebnisse seiner Untersuchung faßt Roos dahingehend zusammen, daß er sagt, je mehr die Bevölkerung auf sich angewiesen ist, desto besser sind die Zahnverhältnisse und je weiter talwärts die Dörfer liegen, um so schlechter ist das Zahnmaterial. Aber nicht allein die geographische, sondern vor allem die wirtschaftlichen Bedingungen, unter denen die Bevölkerung lebt, ist für die Ernährung verantwortlich.

Ebenfalls wichtige Untersuchungsergebnisse gibt uns der Däne P. O. Pedersen. Im Gegensatz zur Schweiz haben wir es hier mit ganz anderen Ernährungsbedingungen und einer anderen Bevölkerung zu tun. Er untersuchte mehrere Stämme ein und derselben Eskimorasse in Ost- und Westgrönland und stellte interessante Tatsachen fest. Die Küste Westgrönlands ist seit ungefähr 60 Jahren der Zivilisation zugänglich, während Ostgrönland durch ständiges Treibeis fast abgeriegelt ist. Während in Ostgrönland die Ernährungsgewohnheiten dieselben blieben, fand im Westen durch Einfuhr von Feinmehl und Zucker ein grundlegender Wandel statt. Das machte sich in erheblichem Maße im Ansteigen der Caries bemerkbar. In Westgrönland beträgt die Häufigkeit etwa 68%, während im Osten der Durchschnitt nur bei etwa 15% liegt und außerdem ein besonders abgeschlossenen lebender Stamm angetroffen wurde, die Anmagssalik, bei denen nur 5% Caries festzustellen war.

Der Norweger Guttorm Toverud untersuchte die Bevölkerung in Valle im Satesdal, 160 km nördlich von Kristiansand. Er konnte anhand seiner Forschungsergebnisse grundsätzlich das bestätigen, was Roos und Pedersen festgestellt hatten. Auch Toverud gibt die Schuld an der Zahncaries der Abkehr von den althergebrachten Ernährungsgewohnheiten und schiebt sie auf Zucker und Auszugsmehl.

Neben diese geschichtlich-geographische Studien, welche mehr komplexer Natur waren, traten die großartig ausgebauten Anstaltsversuche unserer deutschen Forscher in Spandau und Köln. Aufgabe dieser Versuche sollte es sein, festzustellen, ob und inwieweit sich der regelmäßige Genuß von Vollkornflachbrot auf die Entwicklung des Kauorgans bzw. des Gesamtorganismus auswirkt. Ihnen war es möglich,

die einzelnen Faktoren, welche die Entstehung und Entwicklung der Caries bedingen, besser herauszuarbeiten und schärfer voneinander zu trennen. Der erste Versuch fand im Waisenhaus Spandau statt und erstreckte sich über drei Jahre. Auf Grund der Zwischenergebnisse dieses Versuches wurde ein Jahr nach Beginn eine zweite Untersuchungsreihe am Waisenhaus Köln-Sülz unter wissenschaftlicher Leitung von Korkhaus begonnen. Ich will im Rahmen dieser Arbeit auf die Ergebnisse der beiden Versuche näher eingehen.

Der Spandauer Versuch wurde von Ragnar Berg ausgewertet. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Kaudruckmessung, Orthodontie, Kauzerkleinerungsprüfung, Gebißproben, antropometrische Messungen, kinderärztliche Untersuchungen und Speichelanalysen. Die eine Hälfte der Kinder bekam Vollkornflachbrot (Knäckebrot) und die andere das übliche Laibbrot. Im übrigen wurden aber beide Versuchsgruppen gleichmäßig ernährt. Die Untersuchungsergebnisse zeigte Berg zunächst einmal an je einem Kind der beiden Gruppen. Die Befunde, die sich bei diesen Kindern ergaben, decken sich mit dem Gesamtergebnis. Der prozentuale Anstieg der Größe war in der Versuchszeit bei beiden Kindern gleich. Die Steigerung des Gewichts beim L (Laibbrotkind) war um 9% größer als beim K (Knäckebrotkind). Mit Hilfe von Funktionsübungen wurde festgestellt, daß die Gewichtszunahme nicht in einer Vermehrung von Muskelkraft, sondern in einem erhöhten Fettansatz bestand. Beim K-Kind stieg die Caries um 100%, im Gegensatz dazu beim L-Kind um 140% des Anfangswertes. Die Zahl der erkrankten Zähne stieg bei den K-Kindern um 78% gegenüber 109% bei den L-Kindern. Alle Cariesfälle blieben mit einer Ausnahme leichten Grades, jedoch drang die Caries beim L-Kind flächen- und tiefenmäßig weitgehend vor, so daß in 5—6 Fällen die Pulpa in Mitleidenschaft gezogen wurde. Beim K-Kind stieg Zahnstein und Zahnbelag nur um 14% des Anfangswertes, während sich diese Zahl beim L-Kind um 50% vermehrte. Was die Veränderung der Kaukraft betrifft, so war nur bei dem K-Kind eine Verstärkung der Alveolen im Gebiß der unteren Frontzähne und der Molaren rein äußerlich schon zu erkennen. Diese starke Verdickung der Alveolen kann nur auf die Auswirkung einer Kaukraftverstärkung zurückgeführt werden. Bei der Beurteilung der Änderung der Kaukraft muß, so berichtet Ragnar Berg, bei beiden Kindern berücksichtigt werden: „offener Biß, fast die gleiche Anzahl Caries und Füllungen und fast die gleiche durchschnittliche Kaukraft der 6-Jahr-Molaren. Mit fortschreitender Resorption der Wurzeln ließ selbstverständlich die Kaukraft der Wechselzähne bei beiden Kindern nach. Nach erfolgtem Durchbruch stieg aber der Kaudruck der bleibenden Zähne beim K-Kind erheblich stärker und schneller als beim Vergleichskind." Der Rückgang der Kaukraft des L-Kindes entspricht dem Anstieg seiner Cariesfälle. Bei den Kauzerkleinerungsprüfungen stellte sich heraus,

daß vor Beginn der Speisung beim K-Kind die Kauzerkleinerung unzureichend war, sich im Laufe des ersten Jahres nicht wesentlich änderte, dafür aber im dritten Jahre eine deutliche Besserung zeigte. Die letzte Prüfung zeigte wieder etwas schlechtere Ergebnisse. Beim L-Kind fielen die Kauzerkleinerungsprüfungen im ganzen genommen alle schlechter aus. Die Kauzerkleinerung besserte sich bei beiden Vergleichskindern einmal vorübergehend zu einer Zeit, in der alle Kinder neben der üblichen Kost zusätzlich etwas Hartobst in Gestalt von Äpfeln bekamen. Beim L-Kind brachte diese Zulage an harter Nahrung eine zu erwartende Steigerung des Kaudrucks, während bei dem L-Kind, das bisher an stärkeres Kauen gewöhnt war, sich kein wesentlicher Einfluß bemerkbar machte. Daraus ist ersichtlich, in welchem Maße die Konsistenz der Nahrung die Funktion des Kauorgans beeinflußt. Den besten Beweis dafür lieferten die Kinder selbst in den nun folgenden 10 Monaten, in denen bei beiden Versuchsgruppen sowohl die Äpfel als auch das Knäckebrot wegfiel und alle Kinder das Laibbrot essen mußten. Bei beiden Gruppen ging das Kauzerkleinerungsvermögen stark zurück, jedoch waren die K-Kinder etwas kräftiger. Die Befunde der Speichelanalysen ergaben, daß bei den K-Kindern die Speichelmenge um 40%, die Alkaleszenzmenge um 140% und die Konzentration des Speichels um 66% durch das Flachbrot verbessert wurden. Die Verbesserung der Speichelmenge bei den L-Kindern betrug nur 18%, die Steigerung der Alkaleszenzmenge nur 15%, so daß die Speichelkonzentration innerhalb der zwei Versuchsjahre um 4% abnahm. Da die Konzentration bei den Laibbrotkindern schwächer stieg als die abgesonderte Speichelmenge, so ergibt sich eine Verminderung der abgesonderten Alkaleszenzmenge, während umgekehrt bei den K-Kindern eine 80%ige Steigerung der Alkaleszenzmenge beobachtet wurde. Die Speichelmenge bei den K-Kindern war um 209,3% und die Alkalenszenzmenge um 878,9% größer.

Alle Erfahrungen dieses Versuches zusammengefaßt ergeben, daß schon der Ersatz des gewöhnlichen Vollkornbäckerbrotes durch derbes Knäckebrot genügt, um einer Caries wirkungsvoll entgegentreten zu können. Die Knäckebrotspeisung vermochte die Cariesentwicklung im Dauergebiß wesentlich aufzuhalten. Der Zahnbelag wurde vermindert, der Kaudruck erhöht. Die Speichelmenge und die Konzentration an Alkaleszenz stiegen.

Nach diesen außerordentlich interessanten Ergebnissen des Spandauer Versuchs schien es notwendig, die Auswirkungen einer solchen Hartbroternährung an einer größeren Kinderzahl noch einmal zu überprüfen. Korkhaus, der Leiter dieses Versuchs, nahm die Auswahl von etwa 140 Kindern des Kölner Waisenhauses vor. In die K-Gruppe kamen mehr Kinder aus schlechtem Milieu mit stärkerer erblicher Belastung und vor allem kränkliche, unterentwickelte Kinder, weil

man sich gerade von der Hartbroternährung einen besonders günstigen Einfluß auf die Entwicklung dieser Kinder versprach. Für den Versuch, der sich über drei Jahre hinzog, wurde je zwei Gruppen von Kindern eingeteilt, die sich in je einem Entwicklungsstadium befanden und bei denen in der Zeit der Beobachtung Veränderungen sowohl in der Zahnbogenform als auch in der Bißart sich bemerkbar machen mußten. In der einen Gruppe befanden sich Kinder im Alter von 4 bis 6 Jahren, also mit Milchgebiß, bei denen man innerhalb der Versuchszeit den beginnenden Frontzahnwechsel und den Durchbruch der ersten Molaren erwarten mußte. Die zweite Gruppe der 6—9 jährigen Kinder gestattete einen Einblick in den Ablauf des Zahnwechsels und war hauptsächlich zu vergleichenden Beobachtungen gedacht. In beiden Gruppen befanden sich die gleiche Anzahl Kinder der beiden Entwicklungsstadien. Die einen aßen das handelsübliche Knäckebrot und die anderen das gewöhnliche Bäckerbrot wie bisher. Überwacht und ausgewertet wurde der Versuch durch Kinderärzte, Schulzahnärzte, einen Anthropologen, einen Ernährungsphysiologen, einen Kieferorthopäden und einen Röntgenologen. Bestimmt wurden die Gebißreife durch Modelle, die Funktionstüchtigkeit des Kauorgans durch Kaudruckmessungen und Kauzerkleinerungsprüfungen. Neben schulzahnärztlichen Untersuchungen und Röntgenstatus wurde auch eine Modellanalyse vorgenommen. Durch Fernröntgenaufnahmen, anthropologische Aufnahmen und Messungen suchte man den Einfluß, den die Kautätigkeit auf die Entwicklung des Gesichtsschädels ausübt, im Bilde festzuhalten.

Die gewonnenen Befunde sind so umfangreich, daß sie, insbesondere die Fernröntgenfilme bis heute noch nicht vollständig ausgewertet werden konnten. Sie dürften wohl die interessantesten Befunde überhaupt liefern, nämlich die Wachstumsvorgänge des Gesichtsschädels in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Gebisses. Die vorläufigen Ergebnisse seien hier kurz aufgeführt. Beläge und Zahnstein zeigten in beiden Gruppen keine wesentlichen Unterschiede. Zu Beginn des Versuches hatten die K-Kinder 20,5 % cariesfreie Gebisse und die L-Kinder 52 %, ein Beweis für die ungünstige Auslese der K-Kinder. Bei der ersten Untersuchung war der Gebißzustand der K-Kinder um 6,5 % schlechter. In Anbetracht der so schlechten Auswahl hatte man eine prozentual höhere Carieszunahme erwartet. Trotzdem fand sich aber in beiden Gruppen eine gleichmäßige Steigerung der Cariesfrequenz im Milch- wie im bleibenden Gebiß. Die Differenz des Prozentsatzes der cariösen Zähne bei den K-Kindern zu den L-Kindern zeigt eine deutliche Verminderung. Dieses Verhalten wird noch deutlicher durch Vergleich der cariesresistenten Kinder. Von den cariesfreien acht K-Kindern erkrankte nur ein Kind, also 12,5 %, von den cariesfreien L-Kindern dagegen 8, also 35 %. Also bietet die selbstreinigende und scheuernde Wirkung des Hartbrotes einen beacht-

lichen Schutz vor Caries. Korkhaus folgert, daß dies besonders dann sich auswirkt, wenn im Aufbau der Zahnhartsubstanz keine wesentliche Empfänglichkeit gegeben ist. Die bessere Selbstreinigung bei den K-Kindern sieht er als Grund dafür an, daß bei dieser Gruppe der Prozentsatz der cariesfreien Gebisse von 20,4% auf 26% stieg, bei den L-Kindern trotz des besseren Materials dieser von 52% auf 39% fiel. Durch verstärkte Kautätigkeit und härtere Nahrung wird der Gebißverfall aufgehalten oder zumindest verzögert.

Die Ergebnisse der Kaudruckmessungen zeigen ein deutliches Überwiegen der Kaukraft der K-Kinder. Demgegenüber stehen die nur durch geringe Unterschiede zwischen beiden Gruppen charakterisierten Kauzerkleinerungsprüfungen. Zu den Beziehungen zwischen Kaudruck und Kauzerkleinerungsvermögen stellt Korkhaus fest, daß keine so enge Beziehung bestehe. Vielmehr hängt die funktionelle Leistung des Gebisses nur zu einem Teil von der Kaumuskulatur und der Widerstandskraft der Zähne, als hauptsächlich von Okklusion, der Form der Zahnbögen und der Stellung der Zähne ab. In 30—35% der K- und L-Kinder fanden sich Zwangsbißanlagen, sperrender Schneidezahnüberbiß oder Distalbiß.

Hinsichtlich der Speichelanalyse waren im Gegensatz zu dem Spandauer Versuch keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen festzustellen. Vielleicht lag dies an dem außerordentlich abwechslungsreichen Speiseplan. Der günstige Ablauf der Gebißentwicklung bei den K-Kindern machte sich vor allem bemerkbar: „in einer Besserung der Frontzahnstellung, in genügender Erweiterung des frontalen Zahnbogens beim Schneidezahnwechsel, im Selbstausgleich von Bißanomalien, wie Progenie, Kreuz- und offener Biß, in einer Mesialverschiebung des Unterkiefers in die korrekte Verzahnung hinein und in einer Verringerung des tiefen Bisses."

Der ungünstige Ablauf bei den Weichbrotkindern zeigte sich in ungenügendem Breiten- und Längenwachstum der Kiefer und des Zahnbogens, Distalverlagerung des Unterkiefers, Entstehung und Verstärkung des tiefen Bisses.

Die wichtige Bißlage des Unterkiefers zum Oberkiefer zeigt in ihren Veränderungen recht deutlich die Unterschiedlichkeit des Kaumechanismus beim Knäcke- und Laibbrotkind. Durch stärkere Betätigung des Gebisses durch Hartbrot wird die Mesialtendenz des Unterkiefers gefördert und ein Abgleiten in eine anormale rückwärtige Bißlage durch Masseterkauen verhindert. Frühzeitige Gewöhnung an derbe Nahrung, vor allem an ein derbes Brot, in der allerersten Bildungszeit des Milchgebisses vermittelt alle Entwicklungsimpulse für Kiefer und Gesichtsentwicklung, sie fördert die Speichelsekretion und garantiert Schutz gegen Caries und Kieferverkrümmung (Korkhaus).

Aus allen diesen Arbeiten geht klar hervor, daß Ernährung und Caries in direkten ursächlichen Beziehungen stehen. Jetzt hat sich vor allem gezeigt, daß die Konsistenz und Beschaffenheit des Brotes auf die Entstehung, die Förderung bzw. Hemmung der Caries einen bedeutenden Einfluß auszuüben vermag. Aber für uns ist der Begriff Caries nur ein Symptom, ein Sammelbegriff für eine Krankheit, bei der wir nicht nur allein die lokale Schädigung, sondern vor allem auch Konstitution, Erbanlage, Umwelt, Rasse, Funktion und Gebißbildung scharf ins Auge fassen müssen.

Die Zusammenhänge zwischen Caries und Ernährung sind nicht leicht zu erkennen, da zwischen den Grundstoffen der Nahrung und den Mineralien und Vitaminen bzw. den Hormonen physiologisch wichtige Beziehungen bestehen. Die wirksamen Vitamine haben nur dann auf die Entwicklung der Knochen und Zähne einen ausreichenden Effekt, wenn ihnen auch die notwendigen Mineralien zugeführt werden. Schröder fand, daß dabei besonders die Kalziumphosphate eine gewisse Rolle spielen und nicht durch Vitamine zu ersetzen sind. In den Fällen, in denen wohl ausreichend Mineralien vorhanden sind, infolge krankhafter Zustände jedoch nicht aufgenommen werden, wird es zwecklos sein, Kalziumphosphat zuzuführen. Hier sind Hormone und Vitamine (A, D und B 1) indiziert, die die Assimilation des Kalkes fördern. Schröder gibt an, daß die Zufuhr von Vitaminen mit einer genügenden Menge von Kalziumphosphat sehr günstig wirkt.

Von den organischen Nahrungsstoffen, Eiweiß, Fett und Kohlehydrat dürfte nur letzteres eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Caries spielen. Von den drei Gruppen der Kohlehydrate, Cellulose, Stärke und Zucker, fällt die Cellulose aus, da sie im Organismus nicht abgebaut wird und daher als schädigender Faktor nicht in Frage kommen kann. Es bleiben noch Stärke und Zucker, wobei wir die Stärke, die sich im Speichel bildet, ebenfalls ausschalten können, da sie keine lokale Schädigung setzt. Dagegen dürfte der in den Interdentalräumen und am Schmelz sitzende Zucker, der durch weiteren Abbau Produkte bildet, die den Schmelz angreifen, für die Schädigung verantwortlich gemacht werden. Dieser Zucker soll nach Miller unter dem Einfluß von Bakterien zu Milchsäure vergären und diese den Schmelz zerstören. Bislang streitet man sich noch, ob die Milchsäure im Mund gebildet wird oder nicht. Für weit wichtiger hält Wohinz die Frage, ob es überhaupt diese Säure ist, die die Caries einleitet. Er konnte feststellen, daß allgemein Kohlehydrate im Munde keine Milchsäure bilden. Auch konnte der Zucker in Form von Kandis, Würfeln, Streu- oder Puderzucker den Zahnschmelz in keinerlei Weise beeinflussen. Wohinz fand bei Arbeitern, die jahrelang im Zuckerstaub arbeiteten weder eine Schmelz- noch eine Zahnhalscaries. Selbst Arbeiter, die Rohrzucker enthaltende Süßwaren (Marzipan) verarbeiteten, blieben

frei von Caries. Es ergibt sich also, daß der Zucker tatsächlich unschädlich ist. Als Grund dafür gibt Wohinz das Fehlen von Invertase und Hefe im normalen Speichel an.

Im Gegensatz dazu stehen die Untersuchungsergebnisse von Backwaren. Danach kommt es weniger auf die Art des Kohlehydrates als auf seine Zubereitung an. „Der Ablauf der chemischen Reaktionen der im Munde an und zwischen den Zähnen verbleibenden kohlehydrathaltigen Speisereste ist verschieden und richtet sich anscheinend nach der Wasserstoffionenkonzentration die mal der einen, mal der anderen Art von Gärungserregern optimale Bedingungen verschafft". Wohinz stellte weiterhin fest, daß „sämtliche in der Wärme zubereiteten kohlehydrathaltigen Speisen Milchsäure bilden und den Zahnschmelz langsam in drei bis vier Tagen angreifen, wenn ihnen keine Hefe zugesetzt worden war, oder, bei Anwesenheit von Hefe die Gebäcke sauer reagierten. Mit Hefe verarbeitete gekochte oder gebackene Nahrungsmittel, die neutral reagieren, ergeben dagegen eine viel schnellere kreidige Verfärbung und Stumpfheit der Zahnoberfläche, wenn sie mit Speichel gemischt im Brutschrank gehalten werden. Dabei entwickelt sich Kohlensäure und es läßt sich Alkohol abdestillieren. Durch Zusatz von Milchsäure läßt sich dieser Gärungsverlauf hindern und in den viel langsamer wirkenden Milchsäurebildungsprozeß überführen." Rohe Mehle reagieren mit Speichel ebenfalls unter Milchsäurebildung. In einzelnen Fällen bildete sich unter Kohlensäureentwicklung Buttersäure. Wohinz kommt zu dem Ergebnis, daß „die so lange als die Ursache der lokalen Schädigung angesehene Milchsäure in physiologischen Zeiträumen vielleicht überhaupt nicht schädigend wirkt, sicher aber die Wirkung der gefährlicheren, alkoholischen Gärung aufhebt. Die Schädigungen beruhen also auf der Anwesenheit von Hefe. Durch das Kochen verliert die Hefe nicht ihre Gärfähigkeit. Wird der abgegossene Saft eines Hefebreies durch ein äußerst feinporiges Glasfritterfilter gesaugt, so vergärt das Filtrat Maltoselösung nicht mehr." Es kann sich nicht um die Wirkung von Enzymen handeln, da diese durch das Kochen aus ihr ausgelaugt wurden und daher filtrierbar sein müßten. Die Gärung muß an geformte Elemente gebunden sein, die sich nicht durch das Filter saugen lassen."

Im Hefegebäck sind keimkräftige, gärungsfähige Sporen vorhanden, die den Kochprozeß überdauern und die nach der Durchmischung mit Speichel auskeimen und den Brotspeichelbrei in alkoholische Gärung bringen, deren Zwischenprodukte, insbesondere Traubensäure stark lösend auf den Schmelz wirken. Der Beweis für die alkoholische Gärung im Hefegebäck-Speichelbrei ist dadurch gegeben, daß sich die Vorgänge hemmen lassen. Ammoniumfluorid hemmt vor der Bildung der Brenztraubensäure den Gärungsverlauf, Kalziumbisulfit dagegen

löst den Zahnschmelz, da es erst nach der Bildung der Brenztraubensäure hemmend einwirkt. Bei Zusatz von Phosphaten im Hefegebäckspeichelbrei bleibt der Schmelz vollkommen intakt, da die Gärung in keinerlei Weise beeinflußt wird. Wohinz erhebt drei Forderungen, um der Caries wirksam entgegenzutreten:

1. das Brot in flacher Form scharf ausbacken,
2. durch Sauerteiggärführung das Brot schwach ansäuern, Genuß von Obst, sauere Milch, sauere Zahnpaste,
3. Zusatz von Kalziumphosphat zwecks Erhöhung des Phosphatgehaltes des Speichels.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen von Chia-Chung-Liang, Csernyei, Wohinz und Johann gehen einwandfrei hervor, daß der Phosphatgehalt des Speichels bei cariesresistenten Personen höher ist als bei cariesfrequenten. Es ergab sich ,daß in tieferen cariösen Schichten wohl Phosphorsäure gefunden wurde, nicht aber Milchsäure. Es muß danach der Phosphorsäure eine gewisse Rolle bei der Zahnfäule zugesprochen werden. Im übrigen glaubt Csernyei an eine enzymatische Zersetzung durch Phosphatose.

In Folgendem möchte ich nun auf die von mir ausgeführten Brotausnutzungsversuche näher eingehen. Es handelt sich um Brot mit verschiedenen Backtemperaturen.

Die Versuchsordnung wurde so gewählt, daß der einzelne Versuch sich jeweils über 7 Tage erstreckte, während denen ein und dasselbe Brot gegessen wurde. Als Ergänzungskost diente Butter, Teeaufguß und Zucker in geringen Mengen. Diese Nahrungsmittel werden vom Körper restlos ausgenutzt und haben dementsprechend auf die Ergebnisse der Versuche keinerlei Einfluß. Vor Beginn und nach Beendigung jeden Versuchs wurden zur Abgrenzung des zu untersuchenden Stuhls Carminrot gegessen. Die Faeces aller 7 Versuchstage wurden gesammelt, getrocknet und auf ihren Gehalt an N-Substanz, Fett und Stärke untersucht. Der Nährwert der Beikost wurde nach den Nährstofftabellen von Schwenkenbecher und Schall berechnet. Vor jedem Versuch wurde das betreffende Brot analysiert.

Das Brot des ersten Versuchs wurde bei 220° ausgebacken, das des zweiten bei 400°. Das dritte Brot hatte den Säuregrad 10,9. Beim vierten Versuch war das Brot bei 260° an- und bei 220° ausgebacken und beim fünften war 400° die Anbackungs- und 220° die Ausbackungstemperatur.

1. Versuch: Brot bei 220° ausgebacken.

	N-Subst.	*Fett*	*Kohlehydrate*
In 100 g sind enthalten . . .	6,46%	0,14 g	54,56%
Gesamtaufnahme in 7 Tagen:			
5425 g Brot	352,08	7,59	2959,88
700 g Butter	3,50	574,00	3,50
140 g Zucker	—	—	137,20
5¼ l Tee	—	—	—
	355,58	581,59	3100,58
	= 56,89 g N		

Gesamtausfuhr in 7 Tagen:

Frischstuhl 1161 g
Trockenstuhl 285 g

Darin sind enthalten . . .	15,88 g	24,05 g	64,30 g

Bilanz der Ausgabe zur Einnahme:
27,91% N-Subst., 4,13% Fett, 2,07% red. Subst.

2. Versuch: Brot bei 400° gebacken.

	N-Subst.	*Fett*	*Kohlehydrate*
In 100 g sind enthalten . . .	6,69%	0,15 g	57,50%
Gesamtaufnahme in 7 Tagen:			
5950 g Brot	398,06	8,93	3421,25
875 g Butter	4,38	717,50	4,38
140 g Zucker	—	—	137,20
7 l Tee	—	—	—
	402,44	726,43	3562,83
	= 64,39 g N		

Gesamtausfuhr in 7 Tagen:

Frischstuhl 1070 g
Trockenstuhl 254 g

Darin sind enthalten . . .	14,08 g	21,54 g	53,00 g

Bilanz: 21,87% N-Subst., 2,97% Fett, 1,94% red. Subst.

3. Versuch: Brot mit 10,9 Säuregrad.

	N-Subst.	*Fett*	*Kohlehydrate*
In 100 g sind enthalten . . .	6,16%	0,13 g	51,53%
Gesamtaufnahme in 7 Tagen:			
5950 g Brot	366,52	7,74	3066,04
850 g Butter	4,25	697,00	4,25
140 g Zucker	—	—	137,20
7 l Tee	—	—	—
	370,77	704,74	3207,49
	= 59,32 g N		

Gesamtausfuhr in 7 Tagen:

Frischstuhl	1270 g
Trockenstuhl	274 g

Darin sind enthalten . . .	14,96 g	15,55 g	65,42 g

Bilanz: 25,22% N-Subst., 2,21% Fett, 2,04% red. Subst.

4. Versuch: Brot mit Säuregrad 8 bei 220° gebacken.

	N-Subst.	*Fett*	*Kohlehydrate*
In 100 g sind enthalten . . .	5,42%	0,19 g	64,52%
Gesamtaufnahme in 7 Tagen:			
5950 g Brot	322,49	11,31	3838,94
875 g Butter	4,38	717,50	4,38
140 g Zucker	—	—	137,20
7 l Tee	—	—	—
	326,87	728,81	3980,52
	= 52,30 g N		

Gesamtausfuhr in 7 Tagen:

Frischstuhl	1000 g
Trockenstuhl	273 g

Darin sind enthalten . . .	15,48 g	29,84 g	54,92 g

Bilanz: 29,60% N-Subst., 4,09% Fett, 1,38% red. Subst.

5. Versuch: Brot bei 400° an- und 200° ausgebacken.

	N-Subst.	*Fett*	*Kohlehydrate*
In 100 g sind enthalten . . .	5,66%	0,13 g	52,46%
Gesamtaufnahme in 7 Tagen:			
5300 g Brot	299,98	7,36	2780,38
775 g Butter	3,88	635,50	3,88
140 g Zucker	—	—	137,20
6 l Tee	—	—	—
	303,86	642,86	2931,38
	= 48,62 g N		
Gesamtausfuhr in 6 Tagen:			
Frischstuhl 1030 g			
Trockenstuhl 240 g			
Darin sind enthalten . . .	13,34 g	20,35 g	51,89 g

Bilanz: 27,44% N-Subst., 3,17% Fett, 1,78% red. Subst.

Unter Bilanz versteht man das Verhältnis von Einfuhr zu Ausfuhr. Dabei muß berücksichtigt werden, daß ja der Stuhl nicht nur aus Resten der Nahrung, sondern auch aus Produkten der Darmwand, Epithelien und Sekreten besteht. Auch die Bakterien, die sich teilweise von den Sekreten ernähren, liefern einen geringen Anteil des Stuhles. Es bereitet daher einige Schwierigkeiten, den Kot der Nahrung von dem, der aus den Sekreten resultiert, einwandfrei zu trennen.

Eine Reihe von Versuchen von Fr. von Müller, Cetti und Breithaupt lassen erkennen, daß auch im Hungerzustand beträchtliche Mengen von Fett und Stickstoff im Stuhl erscheinen. Bei Nahrungszufuhr dürfte also die Abgabe von Stickstoff und Fett ungleich größer sein. Inwieweit ist nun der Stickstoffgehalt des Kotes von der Stuhlmenge abhängig? Heupke und Belz sind in einer Anzahl von Selbstversuchen dieser Frage nachgegangen und haben dabei eine gewisse Gesetzmäßigkeit festgestellt. Es ergab sich, daß der Kotstickstoff mengenmäßig von der Tätigkeit des Darmes abhängt und daß mit zunehmender Stickstoffmenge sich ebenfalls die Trockensubstanz des Stuhles erhöhte. Danach müßte mit zunehmender Kotmenge auch mehr Stickstoff aus den Darmsekreten ausgeschieden werden. Wählt man zum Beweis dafür die Versuchsanordnung so, daß weniger Nahrungsstickstoff zugeführt wird, d. h. der Nahrungsstickstoff aus leicht resor-

bierbaren Verbindungen besteht, so erscheint tatsächlich mehr Stickstoff im Stuhl als in der Nahrung vorhanden war. Vergrößert man die Stuhlmenge durch Zufuhr stickstoffarmer Ballaststoffe, so steigt auch die Stickstoffmenge im Kot an. Dieser Überschuß an Stickstoff kann also nur aus Darmsekreten bestehen. Heupke schätzt auf Grund seiner Versuche die Sekretstickstoffmenge auf etwa 1 g N bei 20 g Trockenstuhl, auf 1,5 bis 2 g N bei 50 g Trockenstuhl. Der Stickstoff, der im Stuhl erscheint, darf nicht ohne weiteres als Auswertungsverlust des Nahrungsstickstoff angesehen werden.

Ähnlich wie beim Stickstoff sind auch die Verhältnisse bei Fett im Stuhl. Auch hier liegen eine ganze Anzahl von Versuchen vor. Hindhede stellte die tägliche Fettmenge im Stuhl bei fettfreier Ernährung mit 3,8 g fest. Nach den Beobachtungen Bürgers läßt sich folgern, daß das Fett des Stuhles unter gewissen Versuchsbedingungen entweder ganz oder doch zum größeren Teil aus Darmsekreten und nicht aus der Nahrung herrührt.

Die Schwierigkeiten, die uns bei der Stickstoff- und Fettbilanz entgegentraten, fallen bei der Auswertung der Kohlehydrate weg. Jedoch muß man hier wieder auf eine Tatsache besonders achten, nämlich darauf, daß ein Teil der Kohlehydrate im Darm nicht angegriffen wird. Man ist daher leicht geneigt, anzunehmen, daß die Stärke nicht restlos resorbiert würde. Dies ist jedoch nicht der Fall. Wie sich auch bei meinen Versuchen zeigte, findet man gar keine oder nur wenig Stärke im Stuhl. Die nachweisbaren Kohlehydrate sind zum Teil Zellwandderivate, wie z. B. Cellulose, die man als Ballaststoff bewerten muß.

Die Menge des Trockenstuhles schwankt trotz der sehr ballastreichen Nahrung nur zwischen 240 und 285 g. Auch liegen die Werte für Fette und Kohlehydrate sehr nahe zusammen. 95—98% der Fette, die mit der Nahrung zugeführt wurden, sind resorbiert worden. Da jedoch, wie ich bereits weiter oben ausführte, ein Teil des Fettes, das im Stuhl erscheint, als aus den Darmsekreten gerechnet werden muß, so kann ich annehmen, daß die Fette weit besser ausgenutzt wurden, als sich dies durch die angegebenen Prozentzahlen ausdrücken läßt.

Bei der Bewertung der Kohlehydrate ist zu beachten, daß bei dem Analyseverfahren unverdauliche Ballaststoffe mit in Rechnung gesetzt werden und daher ein ungenaues Bild von der Auswertung geben. Die Ausnutzung dürfte fast restlos stattgefunden haben.

An der Tabelle der Ausnutzung des Stickstoffs zeigt sich, daß dieser sehr gut resorbiert wurde. Nach Abzug des Sekretstickstoffwertes findet sich eine weit bessere Ausnutzung als sie sich durch diese Tabelle zum Ausdruck bringen läßt.

Zusammenfassung

Im ersten Teil meiner Arbeit habe ich versucht, den Einfluß, den die Ernährung und insbesondere das Brot auf das Gebiß ausübt, deutlich herauszustellen.

Es besteht eine nachweisbare integrale Abhängigkeit des Zahnzustandes von der Ernährung. Es steht fest, daß die Nahrung bestimmte Stoffe enthält und bestimmte Konsistenz hat, um Caries zu verhüten. In geschichtlichen und vorgeschichtlichen Zeitperioden trat überall da Caries auf, wo von einer althergebrachten Ernährungsweise abgegangen wurde. Die physikalische Beschaffenheit der Nahrung ist fast noch wichtiger als ihre chemische Zusammensetzung. Gründliches Kauen ist sowohl für die Entwicklung und Gesunderhaltung des Gebisses, als auch für den Bau des ganzen Schädels außerordentlich wichtig. Genügende Kauarbeit, reichliche Speichelsekretion, gründliche kaumechanische Reinigung bieten Schutz vor Caries. Hartem und knusprigem Vollkornflachbrot ist deshalb vor dem üblich weichen Bäckerbrot der Vorzug zu geben.

Im zweiten Teil der Arbeit habe ich in 5 Selbstversuchen die Ausnutzung von Brot mit verschiedenen Backtemperaturen untersucht. Es ergab sich, daß der Stickstoff weit besser ausgenützt wird, als sich dies an Hand der Tabelle zeigen läßt.

Die Fette stammen fast restlos aus Verdauungssekreten und sind nur zu einem geringen Teil unausgenutzte Nahrungsreste.

Die mit der Nahrung zugeführte Stärke wird fast in vollem Umfange resorbiert. Die noch nachweisbaren Kohlehydrate sind zum Teil Zellwandderivate (Cellulose), die als Balaststoffe gewertet werden müssen.

Zum Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine besondere Pflicht, Herrn Professor Dr. Heupke für die freundliche Überlassung des Themas und die dabei geleistete Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur

Belz: Die wirkliche Ausnutzung des Stickstoffs in der Nahrung. Med. Diss. Frankfurt a. M. (1934).

Berg, Ragnar: Die Brotspeisungsversuche im Kinderheim Sonnenhof Spandau. Kampf der Caries Nr. 2, 5 und 8 (1937)

Hengst: Ernährung und Caries im Walliser Hochtal Goms. Kampf der Caries Nr. 9 (1937).

Heupke und Belz: Die wirkliche Ausnutzung des Stickstoffs in der Nahrung. Arch. f. Hygiene und Bakteriologie Bd. 114.

Heupke: Über die Abhängigkeit des Kotstickstoffs von der Größe des Kotvolumens. Arch. f. Hygiene u. Bakt. Bd. 111.

Klussmann: Forrog Blätter Nr. 3/4 (1936).

Korkhaus: Über die Ergebnisse der Kölner Forroguntersuchungen Kampf der Caries Nr. 8 (1937).

Kunert: Zur Brotfrage. Forrog-Bl. Nr. 1, (1935), Nr. 5, (1936).

Kraft, W.: Forrog-Bl. Nr. 1, 2, 5 und 7 (1936).

Liang: Über das Verhalten des Mundspeichels bei Gesunden und Carieskranken. Kampf der Caries Nr. 4 (1936).

Pederson-Kopenhagen: Über die Zahnverhältnisse bei alten und rezenten Grönländern. Schw. M. f. Z. (1938/6).

Pfannenstiel und Jusatz: Die Prüfung von Vollkornbrot im Wachtstumsversuch. Forrog-Bl. Nr. 5 (1936).

Prell: Wichtiges zur Frage der Cariesentstehung und -Verbreitung. Kampf der Caries Nr. 2 (1938).

Racher: Beitrag zum Cariesproblem. Kampf der Karies 6 und 7 (1938).

Schmidt-Strasburger: Die Faeces des Menschen. Berlin (1910).

Schrikel: Z. M Nr. 32/1938 auf der Tagung der Fédération Dentaire Internationale, Paris.

Schröder: Forrog-Bl. (1936), Nr. 7.

— Zur Frage der exogenen Bedingtheit der Caries und ihre Bedeutung. Kampf der Caries Nr. 3 (1938).

— Über neuere Ergebnisse der Cariesforschung. Kampf der Caries Nr. 10 (1938).

Wirz: Ernährung und Vierjahresplan. Z. M. Nr. 39 (1937).

Wohinz: Neuere Erkenntnisse über die Bedeutung der lokalen Vorgänge im Munde, insbesondere der Gärungsvorgänge für die Schmelzcaries. Kampf der Caries Nr. 3 (1938).

— Zucker und Zähne. Kampf der Caries Nr. 6 und 9 (1938).

Lebenslauf

Ich wurde am 1. Mai 1913 in Bingen a. Rh. als Sohn des Baumeisters Adolf Stenger und seiner Ehefrau Amalie, geb. Odenwäller, geboren.

Von 1919 bis 1930 besuchte ich die Vor- und Realschule in Bingen a. Rh. und machte 1932 in Alzey (Rheinhessen) die Reifeprüfung an der Oberrealschule.

Von Sommersemester 1932 bis Wintersemester 1938/39 studierte ich an der Universität Frankfurt a. M. Medizin und Zahnheilkunde. Im Frühjahr 1936 legte ich mein zahnärztliches Staatsexamen mit der Note „Sehr gut" ab und promovierte über das Thema „Multiple Hirnabszesse rhinogener und otogener Herkunft".

Nachdem ich am 5. April 1939 mein ärztliches Staatsexamen mit „Gut" bestanden hatte, begann ich mein Medizinal-Praktikantenjahr an der Medizinischen Poliklinik zu Frankfurt a. M. und erhielt am 1. September 1939 die Bestallung als Arzt.